

## Electronic track lighting system

**Patent number:** US6246182  
**Publication date:** 2001-06-12  
**Inventor:** YAMASAKI SHIGEAKI (JP); SAKO HIROYUKI (JP)  
**Applicant:** MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD (US)  
**Classification:**  
 - International: H05B37/02  
 - european: H05B39/00; H05B39/04B4B  
**Application number:** US20000563166 20000501  
**Priority number(s):** JP19990179115 19990625; JP19990179116 19990625;  
 JP19990273310 19990927

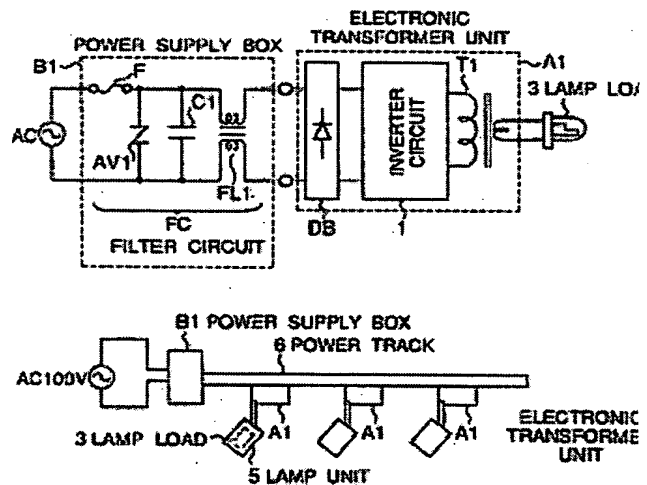
Also published as:

DE10030873 (A)

Report a data error here

### Abstract of US6246182

An electronic track lighting system comprises a power supply filter circuit having an input connected to an alternating current power supply AC, a rectifier circuit connected to an output of the power supply filter circuit, an inverter circuit connected to an output of the rectifier circuit and outputting a high frequency voltage by on/off operation of switching elements therein, a lamp load, and a power track providing supply voltage to the lamp load. The lighting system further comprises a first unit which is interposed between the AC power supply and an input of the power track and includes at least the power supply filter circuit, and a second unit which is provided as a structure independent from the first unit, is connected to the power track and outputs a high frequency voltage to the lamp load.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2001-93677

(P2001-93677A)

(43) 公開日 平成13年4月6日(2001.4.6)

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テマコード(参考)
H05B 37/02		H05B 37/02	J 3K072
41/24		41/24	A 3K073

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-273310

(22) 出願日 平成11年9月27日(1999.9.27)

(71) 出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72) 発明者 山崎 茂章

大阪府門真市大字門真1048番地

松下電工

株式会社内

(72) 発明者 迫 浩行

大阪府門真市大字門真1048番地

松下電工

株式会社内

(74) 代理人 100085615

弁理士 倉田 政彦

Fターム(参考) 3K072 AA02 AA19 AB03 BA03 BB01

GB01

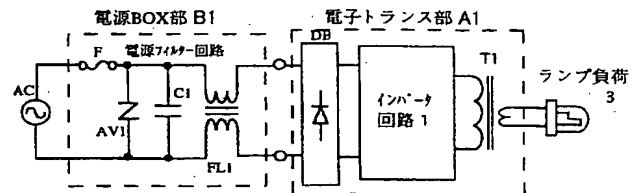
3K073 AB01 AB06 CJ14 CJ16

(54) 【発明の名称】 照明装置

(57) 【要約】

【課題】 ランプ装着部分の小形化を図りながら、灯具の脱着時に接続金具部と配線ダクトの間でアークを引かないように、配線ダクトに流れる電流が少なくて済むような照明装置の構成を提案する。

【解決手段】 交流電源ACに入力端を接続される電源フィルター回路部と、電源フィルター回路部の出力端に接続される整流回路部DBと、整流回路部DBの出力端に接続されてスイッチング素子のオン・オフにより高周波電圧を出力するインバータ回路部1と、インバータ回路部1の高周波出力を受けて点灯するランプ負荷3とから構成される照明装置を、交流電源ACと配線ダクトの入力端の間に接続されて、電源フィルター部を内蔵する回路ブロックB1と、配線ダクトに少なくとも1つ以上接続されて、整流回路部DBとインバータ回路部1とを内蔵し、ランプ負荷3に高周波電圧を出力する回路ブロックA1とに分割した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 交流電源と、交流電源に入力端を接続される電源フィルター回路部と、電源フィルター回路部の出力端に接続される整流回路部と、整流回路部の出力端に接続されてスイッチング素子のオン・オフにより高周波電圧を出力するインバータ回路部と、インバータ回路部の高周波出力を受けて点灯するランプ負荷とから構成される照明装置において、交流電源と配線ダクトの入力端の間に接続されて、前記電源フィルター部を内蔵する第1の回路ブロックと、前記配線ダクトに少なくとも1つ以上接続されて、前記整流回路部と前記インバータ回路部とを内蔵し、ランプ負荷に高周波電圧を出力する第2の回路ブロックとに分割したことを特徴とする照明装置。

【請求項2】 交流電源と、交流電源に入力端を接続される電源フィルター回路部と、電源フィルター回路部の出力端に接続される整流回路部と、整流回路部の出力端に接続されてスイッチング素子のオン・オフにより高周波電圧を出力するインバータ回路部と、インバータ回路部の高周波出力を受けて点灯するランプ負荷とから構成される照明装置において、交流電源と配線ダクトの入力端の間に接続されて、前記電源フィルター部と前記整流回路部とを内蔵する第1の回路ブロックと、前記配線ダクトに少なくとも1つ以上接続されて、前記インバータ回路部を内蔵し、ランプ負荷に高周波電圧を出力する第2の回路ブロックとに分割したことを特徴とする照明装置。

【請求項3】 交流電源と、交流電源に入力端を接続される電源フィルター回路部と、電源フィルター回路部の出力端に接続される整流回路部と、整流回路部の出力端に接続される平滑用コンデンサと、前記平滑コンデンサに接続されてスイッチング素子のオン・オフにより高周波電圧を出力するインバータ回路部と、インバータ回路部の高周波出力を受けて点灯するランプ負荷とから構成される照明装置において、交流電源と配線ダクトの入力端の間に接続されて、前記電源フィルター部と前記整流回路部と平滑用コンデンサとを内蔵する第1の回路ブロックと、前記配線ダクトに少なくとも1つ以上接続されて、前記インバータ回路部を内蔵し、ランプ負荷に高周波電圧を出力する第2の回路ブロックとに分割したことを特徴とする照明装置。

【請求項4】 交流電源と、交流電源に入力端を接続される電源フィルター回路部と、電源フィルター回路部の出力端に接続される整流平滑回路部と、整流平滑回路部の出力端に接続されてスイッチング素子のオン・オフにより高周波電圧を出力するインバータ回路部と、インバータ回路部の高周波出力を受けて点灯するランプ負荷とから構成される照明装置において、

交流電源と配線ダクトの入力端の間に接続されて、前記電源フィルター部と前記整流平滑回路部とを内蔵する第1の回路ブロックと、

前記配線ダクトに少なくとも1つ以上接続されて、前記インバータ回路部を内蔵し、ランプ負荷に高周波電圧を出力する第2の回路ブロックとに分割したことを特徴とする照明装置。

【請求項5】 前記整流平滑回路部は、交流電源からの入力率改善用のチョッパ回路部であることを特徴とする請求項4記載の照明装置。

【請求項6】 前記ランプ負荷は低電圧大電流で点灯するランプであることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の照明装置。

【請求項7】 前記ランプ負荷はハロゲンランプであることを特徴とする請求項6記載の照明装置。

【請求項8】 前記ランプ負荷は蛍光ランプであることを特徴とする請求項3又は4に記載の照明装置。

【請求項9】 前記配線ダクトには第2の回路ブロック以外の負荷が並列接続されることを特徴とする請求項3、4、7又は8に記載の照明装置。

【請求項10】 電源フィルター回路部には、フューズ素子、サージアブソーバ素子等の保護回路が組み込まれていることを特徴とする請求項1乃至9のいずれかに記載の照明装置。

【請求項11】 電源フィルター回路部には、少なくともインバータ回路からの高周波ノイズ成分が交流電源線に漏洩することを防止するための高周波阻止フィルターが含まれていることを特徴とする請求項1乃至10のいずれかに記載の照明装置。

【請求項12】 前記インバータ回路部は、前記整流回路部の出力端に対して並列的に接続される第1及び第2のスイッチング素子の直列回路と、第1及び第2のコンデンサの直列回路を備え、第1及び第2のスイッチング素子の接続点と第1及び第2のコンデンサの接続点の間に、第1及び第2のスイッチング素子を駆動する駆動トランスと、2次側にランプ負荷が接続された出力トランスの1次側回路が直列接続されていることを特徴とする請求項1乃至11のいずれかに記載の照明装置。

【請求項13】 第2の回路ブロックは、配線ダクトに接続金具を介して脱着自在に装着されるボックス内に収納されていることを特徴とする請求項1乃至12のいずれかに記載の照明装置。

【請求項14】 前記ランプ負荷は、前記ボックスから吊下された灯具内に装着されていることを特徴とする請求項13に記載の照明装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、配線ダクトを介して給電された電力によりハロゲンランプ等のランプ負荷をインバータ回路により高周波点灯させる照明装置に関

するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、ハロゲンランプを点灯させるインバータ回路として、図17の回路構成のものがよく知られている（特許第2770337号）。以下、その回路構成について説明する。AC100Vの商用交流電源には、フューズF1、サージアブゾーパAV1、フィルターコンデンサC1、ラインフィルターチョークFL1を介して全波整流用のダイオードブリッジDBの交流入力端子が接続されており、ダイオードブリッジDBの直流出力端子には、コンデンサC2、C3の直列回路とトランジスタQ1、Q2の直列回路が並列接続されている。各トランジスタQ1、Q2には、ダイオードD1、D2がそれぞれ逆並列に接続されている。トランジスタQ1、Q2の接続点とコンデンサC2、C3の接続点の間には、電流帰還用のカレントトランスCT1の一次巻線を介して、出力トランスT1の一次巻線が接続されている。出力トランスT1の一次巻線と二次巻線は、その一端同士がコンデンサC8を介して接続されている。出力トランスT1の二次巻線にはAC12Vのハロゲンランプが接続される。電流帰還用のカレントトランスCT1の一对の二次巻線の各一端はトランジスタQ1、Q2のエミッタに接続され、各他端はベース抵抗R1、R2を介してトランジスタQ1、Q2のベースに接続されている。トランジスタQ1、Q2のベース・エミッタ間にはコンデンサC6、C5がそれぞれ並列接続されている。電流帰還用のカレントトランスCT1の一对の二次巻線は互いに逆極性となるように巻回されており、トランジスタQ1、Q2は交互にオン・オフ駆動される。

【0003】この回路では、電源投入直後にトランジスタQ2が先にONするように、抵抗R3、R4、コンデンサC4、電圧応答素子Q3及びダイオードD3よりなる起動回路が設けられている。すなわち、抵抗R3、R4を介してコンデンサC4が充電され、その充電電圧が電圧応答素子Q3のブレイクオーバー電圧に達すると、電圧応答素子Q3がオンして、コンデンサC4の電荷がトランジスタQ2のベース・エミッタ間に流れてトランジスタQ2が先にONすると、コンデンサC3、出力トランスT1、カレントトランスCT1、トランジスタQ2の経路で電流が流れて、この電流がカレントトランスCT1により電流帰還されることにより、トランジスタQ2がON、トランジスタQ1がOFFする方向にバイアスされる。その後、カレントトランスCT1の一次巻線電流の増加が限界に達すると、カレントトランスCT1の二次巻線の起電力の方向が反転し、トランジスタQ1がON、トランジスタQ2がOFFする方向にバイアスされる。以下、所定の周期でトランジスタQ1、Q2が交互にオン・オフする自動発振動作を継続し、出力トランスT1の二次巻線に接続されたハロゲンランプはAC12Vの高周波で駆動される。なお、インバータ回路

が自動発振動作を開始した後は、トランジスタQ2がオンしたときに、ダイオードD3を介してコンデンサC4の電荷が放電されるので、起動回路の動作は停止する。

【0004】以上の回路は、図12の破線で囲まれた部分で示すように、電子トランス器具Aの回路内蔵部2としてユニット化されて、ランプ負荷3と共に、図13に示すような形態で使用される。電子トランス器具Aの上部に設けられた配線ダクト接続部4は、図14に示すように、天井等に設けられた配線ダクト6に接続されて、AC100Vの商用交流電圧を給電される。電子トランス器具Aの下部より吊下されたランプ灯具5にはハロゲンランプ等のランプ負荷3が装着されている。

【0005】この照明器具は、例えば、商品陳列棚の照明、ショーウィンドウのライトアップなどに利用されるものであり、配線ダクト6に接続される電子トランス器具Aの部分を小型化することが強く望まれる。しかるに、上述の100V系配線ダクトシステムを用いた従来例では、図15の回路に示すように、複数台の電子トランス器具Aの内部にそれぞれ、電源帰還雑音を低減するためのフィルター回路や、雷サージ印加時に回路を保護するための保護回路を付加しており、電子トランス器具Aが大型化するという課題があった。

【0006】そこで、図16に示す12V系の配線ダクトシステムの場合には、電子トランス器具Aの出力トランスT1の2次側（出力側）を配線ダクト6に接続して、この配線ダクト6に12Vのミニハロゲンランプ3を灯具により複数接続して点灯させるものであり、一般的によく用いられる手段である。この場合、配線ダクト6には、電子トランス器具AによりAC100Vの商用交流電源を高周波12Vの電圧に降圧した電源が接続されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】図14、図15に示すAC100V系の配線ダクトシステムでは、電子トランス器具Aを1台ずつ接続しなければならないので、当然のことながら配線ダクト6に接続される電子トランス器具Aの大きさにより、接続される台数に制限が生じてしまう。その半面、12V系の配線ダクトシステムと比較して、配線ダクト6に流れる電流が少ないので、配線ダクト6のインピーダンスによる電圧降下が12V系の配線ダクトシステムに比べて小さいという利点がある。

【0008】一方、図16に示す高周波12V系のシステムでは、電子トランス器具Aは一括してあるため、それぞれのハロゲンランプ3は灯具5のみで配線ダクト6に接続され、小さな器具形態にすることが出来るという利点がある。その半面、上述のように、電圧が12Vと低いため、配線ダクト6に流れる電流は100V系の約9倍となり、配線ダクト6のインピーダンス成分による電圧降下が大きく、また、灯具5を配線ダクト6に脱着する場合、配線ダクト6との接続金具4に流れる電流が

大きく、アークを引いてしまうという欠点がある。

【0009】本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、ランプ装着部分の小形化を図りながら、灯具の脱着時に接続金具部と配線ダクトの間でアークを引かないように、配線ダクトに流れる電流が少なく済むような照明装置の構成を提案するものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、上記の課題を解決するために、図1及び図2に示すように、交流電源ACと、交流電源ACに入力端を接続される電源フィルター回路部（フューズF、サージアブソーバAV1、フィルタコンデンサC1、ラインフィルタチョークFL1）と、電源フィルター回路部の出力端に接続される整流回路部DBと、整流回路部DBの出力端に接続されてスイッチング素子のオン・オフにより高周波電圧を出力するインバータ回路部1と、インバータ回路部1の高周波出力を受けて点灯するランプ負荷3とから構成される照明装置において、交流電源ACと配線ダクト6の入力端の間に接続されて、前記電源フィルター部を内蔵する第1の回路ブロックB1と、前記配線ダクト6に少なくとも1つ以上接続されて、前記整流回路部DBと前記インバータ回路部1とを内蔵し、ランプ負荷3に高周波電圧を出力する第2の回路ブロックA1とに分割したことを特徴とするものである。

【0011】

【発明の実施の形態】（実施形態1）図1に本発明の第1の実施形態の回路構成を示す。本実施形態では、電源ボックス部B1として交流電源ACを受けて、フューズF、サージアブソーバAV1、フィルタコンデンサC1、ラインフィルタチョークFL1が接続され、その電源ボックス部Bを通過した交流電圧を受けて、電子トランス部A1のダイオードブリッジDBと、インバータ回路1と、出力トランスT1により高周波12Vを出力し、ハロゲンランプのようなランプ負荷3を点灯させるように、2部構成で実現されている。そして、図2に示すように、前記電源ボックス部B1を配線ダクト6の入力端子部に接続して、各ランプ負荷3に対応した灯具5の部分に電子トランス部A1が設けられる。図3は複数の電子トランス部A1が配線ダクト6に接続された場合の回路構成を示している。この実施形態の場合、配線ダクト6には電源ボックス部B1を通過した図4に示すような交流電圧V1が給電されており、それぞれの電子トランス部A1には、図17で示したフューズF1、サージアブソーバAV1、フィルタコンデンサC1、フィルタチョークFL1が必要なく、したがって、それぞれの灯具の小型化が図れるという利点がある。しかも、配線ダクト6には、100Vの交流電圧が給電されているため、12V系の配線ダクトシステムを用いた従来例のように、ダクトの電流が増大して灯具の脱着時にアークを引くという問題も解消できる。

【0012】（実施形態2）図5に本発明の第2の実施形態の回路構成を示す。本実施形態では、電源ボックス部B2として交流電源ACを受けて、フューズF、サージアブソーバAV1、フィルタコンデンサC1、ラインフィルタチョークFL1及びダイオードブリッジDBが接続され、その電源ボックス部B2により全波整流された脈流直流電圧を受けて、電子トランス部A2のインバータ回路1と、出力トランスT1により高周波12Vを出力し、ハロゲンランプのようなランプ負荷3を点灯させるように、2部構成で実現されている。そして、図6に示すように、前記電源ボックス部B2を配線ダクト6の入力端子部に接続して、各ランプ負荷3に対応した灯具5の部分に電子トランス部A2が設けられる。図7は複数の電子トランス部A2が配線ダクト6に接続された場合の回路構成を示している。この実施形態の場合、配線ダクト6には電源ボックス部B2を通過した図8に示すような脈流直流電圧V2が給電されており、それぞれの電子トランス部A2には、図17で示したフューズF1、サージアブソーバAV1、フィルタコンデンサC1、フィルタチョークFL1及びダイオードブリッジDBが必要なく、したがって、それぞれの灯具の更なる小型化が図れるという利点がある。しかも、配線ダクト6には、100Vの脈流直流電圧が給電されているため、12V系の配線ダクトシステムを用いた従来例のように、ダクトの電流が増大して灯具の脱着時にアークを引くという問題も解消できる。

【0013】（実施形態3）図9に本発明の第3の実施形態の回路構成を示す。本実施形態では、電源ボックス部B3として交流電源ACを受けて、フューズF、サージアブソーバAV1、フィルタコンデンサC1、ラインフィルタチョークFL1、ダイオードブリッジDB及び平滑コンデンサCOが接続され、その電源ボックス部B3により整流平滑された直流電圧を受けて、電子トランス部A3のインバータ回路1と、出力トランスT1により高周波12Vを出力し、ハロゲンランプのようなランプ負荷3を点灯させるように、2部構成で実現されている。そして、図10に示すように、前記電源ボックス部B3を配線ダクト6の入力端子部に接続して、各ランプ負荷3に対応した灯具5の部分に電子トランス部A3が設けられる。この実施形態の場合、配線ダクト6には電源ボックス部B3を通過した直流電圧V3が給電されており、それぞれの電子トランス部A3には、図17で示したフューズF1、サージアブソーバAV1、フィルタコンデンサC1、フィルタチョークFL1及びダイオードブリッジDBが必要なく、したがって、それぞれの灯具の更なる小型化が図れるという利点がある。しかも、配線ダクト6には、約140Vの直流電圧が給電されているため、12V系の配線ダクトシステムを用いた従来例のように、ダクトの電流が増大して灯具の脱着時にアークを引くという問題も解消できる。さらに、

蛍光灯負荷用のインバータ回路なども接続することが出来、小型化が図れる。図 11 の例では、配線ダクトにはハロゲンランプ用の灯具と、蛍光灯負荷 2 灯の直列回路が出力トランスに接続された場合、同じく蛍光灯負荷 1 灯がインバータ回路に接続された場合の例を示している。電源ボックス部 B3 に用いる整流平滑回路は、商用交流電源 AC の入力率改善機能を有するチョッパ回路であっても構わない。

【0014】尚、ここで説明した電源フィルタ部の構成に関しては、図示された回路図で説明した通りの構成でなくともよく、フィルタチョークのみ、フューズのみ構成でもよく、電源フィルタ部の構成を限定するものではない、電源フィルタ部の出力電圧波形が、100V 系もしくは 200V 系の交流出力、脈流出力、あるいは平滑直流出力になるような電源部を配線ダクトの入力部に接続し、配線ダクトに接続される灯具、器具の電源部を共用化し、灯具、器具の脱着時のアークを無くすることが出来、各灯具、器具の小型化が図れるものであれば、どのような構成であっても構わない。

【0015】

【発明の効果】本発明によれば、配線ダクトの入力端と交流電源の間に接続される第 1 の回路ブロックに電源フィルタ部や整流回路部を内蔵し、配線ダクトに接続して使用される第 2 の回路ブロックにインバータ回路部を内蔵するようにしたので、ランプ負荷とともに配線ダクトに接続される第 2 の回路ブロックを小型化することができ、また、配線ダクトは高電圧低電流であるので、配線ダクトから灯具を脱着する際にアークを引く問題などもなく、また、配線ダクトの長さの制限がないといった効果がある。

【0016】請求項 6、7 の発明によれば、ランプ負荷として、低電圧大電流で点灯するランプ、例えばハロゲンランプを用いているが、配線ダクトを高電圧低電流とすることにより電圧降下を防止できるので、長い配線ダクトに多数のランプ負荷を接続しても、給電端から遠いランプ負荷が暗くなるような不都合は生じない。

【0017】請求項 8 の発明によれば、蛍光ランプをランプ負荷としているが、インバータ回路部の電源電圧が平滑化されているので、光出力がちらつくことは防止できる。また、配線ダクトの電圧が平滑化されていることにより、請求項 9 の発明のように、他の機器を接続することも可能となる。

【0018】請求項 13、14 の発明によれば、第 2 の回路ブロックは、配線ダクトに接続金具を介して脱着自在に装着されるボックス内に収納されており、このボックスから吊下された灯具内にランプ負荷が装着されているものであるから、配線ダクトへの前記ボックスの装着によりランプ負荷が直ちに点灯し、配線ダクトから前記ボックスを取り外すとランプ負荷が直ちに消灯されるものであり、点滅スイッチを有していないことにより小型

軽量化が可能となり、また、着脱時のアークの発生を防止できるという本発明の効果が最も有効に発揮される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施形態 1 の電源ボックス部と電子トランス部の構成を示す回路図である。

【図 2】本発明の実施形態 1 の電源ボックス部に配線ダクトを介して複数の電子トランス部を接続した様子を示す説明図である。

【図 3】本発明の実施形態 1 の電源ボックス部に配線ダクトを介して複数の電子トランス部を接続したときの回路図である。

【図 4】本発明の実施形態 1 の電源ボックス部の出力電圧の波形図である。

【図 5】本発明の実施形態 2 の電源ボックス部と電子トランス部の構成を示す回路図である。

【図 6】本発明の実施形態 2 の電源ボックス部に配線ダクトを介して複数の電子トランス部を接続した様子を示す説明図である。

【図 7】本発明の実施形態 2 の電源ボックス部に配線ダクトを介して複数の電子トランス部を接続したときの回路図である。

【図 8】本発明の実施形態 2 の電源ボックス部の出力電圧の波形図である。

【図 9】本発明の実施形態 3 の電源ボックス部と電子トランス部の構成を示す回路図である。

【図 10】本発明の実施形態 3 の電源ボックス部に配線ダクトを介して複数の電子トランス部を接続した様子を示す説明図である。

【図 11】本発明の実施形態 3 の電源ボックス部に配線ダクトを介して複数の電子トランス部を接続したときの回路図である。

【図 12】従来例 1 の電子トランス器具の内部構成を示す回路図である。

【図 13】従来例 1 の電子トランス器具の外観を示す説明図である。

【図 14】従来例 1 の電子トランス器具を配線ダクトに複数個接続した様子を示す説明図である。

【図 15】従来例 1 の配線ダクトによる AC100V 系の給電方式を説明するための回路図である。

【図 16】従来例 2 の配線ダクトによる高周波 12V 系の給電方式を説明するための回路図である。

【図 17】従来例 1 及び 2 の電子トランス器具の詳細な回路構成を示す回路図である。

【符号の説明】

A1 電子トランス部

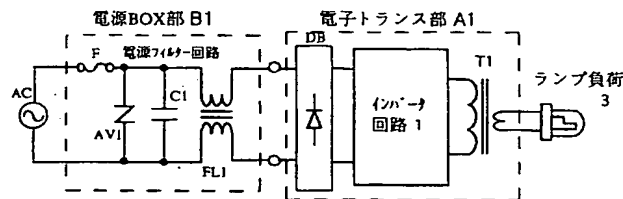
B1 電源ボックス部

1 インバータ回路

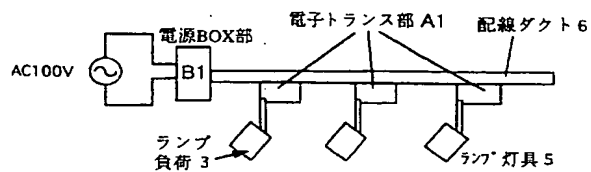
3 ランプ負荷

6 配線ダクト

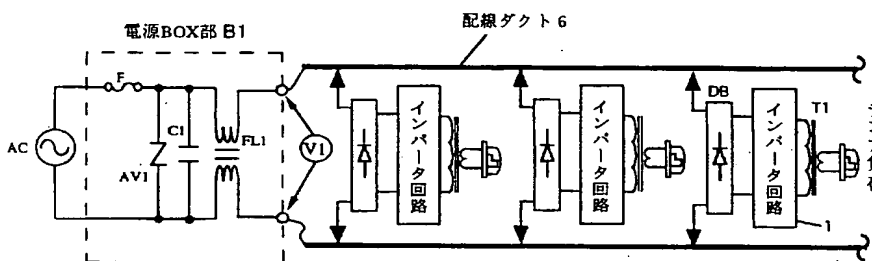
【図1】



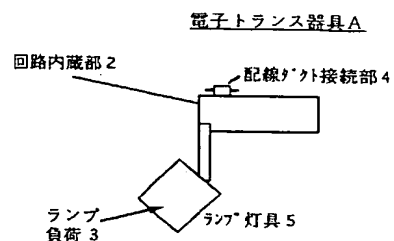
【図2】



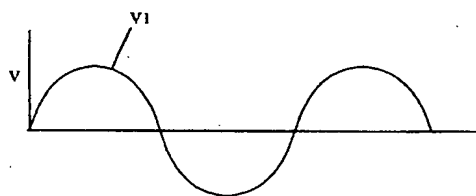
【図3】



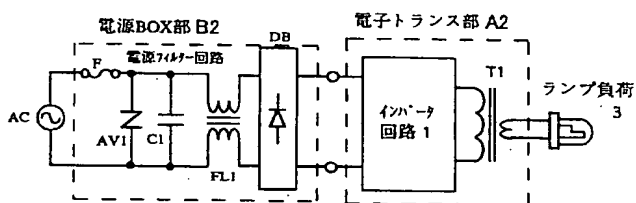
【図13】



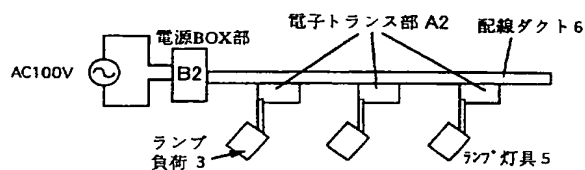
【図4】



【図5】



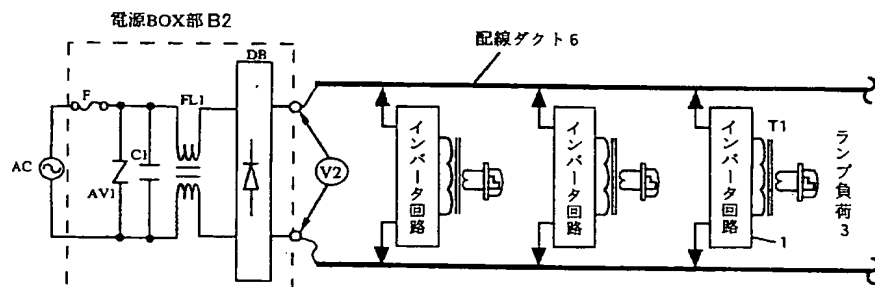
【図6】



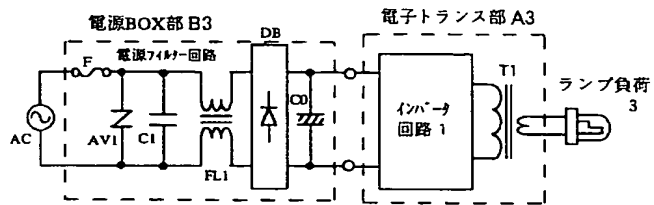
【図8】



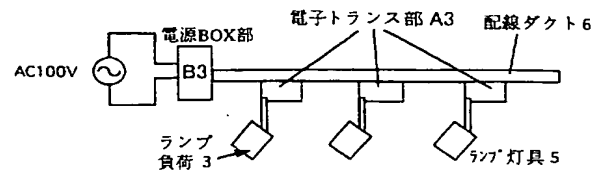
【図7】



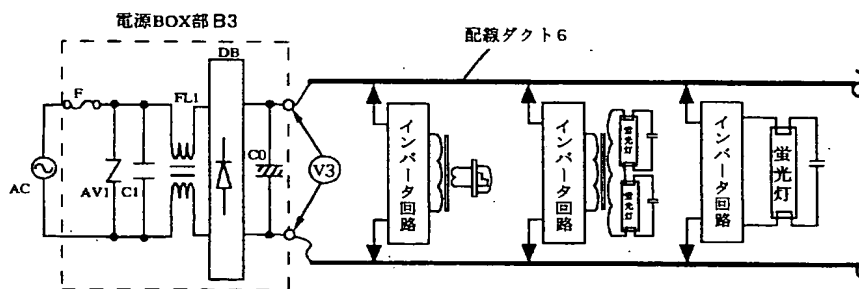
【図9】



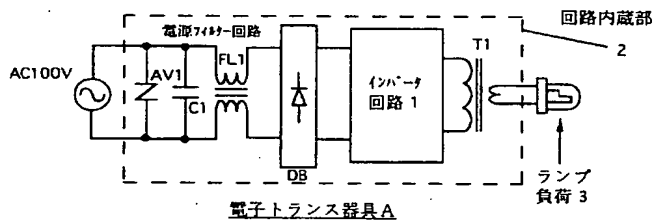
【図10】



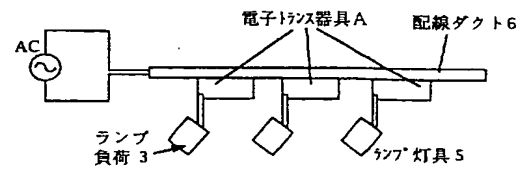
【図11】



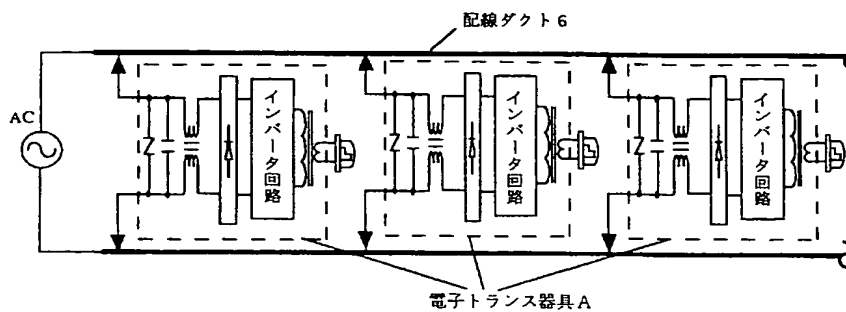
【図12】



【図14】

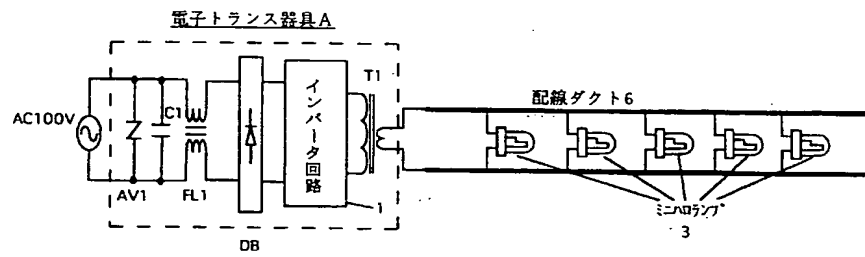


【図15】





【図16】



【図17】

